Tema: Hav og klima i den antropocæne tidsalder



Temperatur, CO_2 og drivhuseffekt på den blå planet

Inspirationskatalog 5.-6. klassetrin



VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

Indhold

Introduktion 3
Baggrund: kompetenceorienteret naturfagsundervisning 4

Inspiration til undervisningen 5
Faglige temaer 5
Rammer 6
Evaluering 7
Forslag til undervisningen og til et forløb 8

Progression 12

Introduktion

Drivhusgasser som CO_2 er med til at skabe en drivhuseffekt i atmosfæren, der påvirker temperaturen på Jorden. Drivhuseffekten er omdrejningspunktet i dette katalog, der omsætter ny forskning til undervisning i 5.-6. klasse.

Drivhuseffekten omtales typisk som en del af klimaforandringerne, der får temperaturen på Jorden til at stige. Men drivhuseffekten er ikke nødvendigvis negativ – den er faktisk afgørende for livet på Jorden. Beregninger viser, at Jordens gennemsnitstemperatur ville være -18 ° C uden drivhuseffekten, der isolerer Jorden og holder på varmen fra Solen. Men en forstærket drivhuseffekt kan have uønskede og alvorlige konsekvenser som følge af en stigende temperatur.

Forskningen bag kataloget

Forskere verden over er derfor optaget af at finde ud af, hvilke faktorer der styrer drivhuseffekten – og hvordan vi kan afværge, at den bliver for stærk.

En af forskerne er Katherine Richardson, der er professor i biologisk oceanografi ved Globe Institute på Københavns Universitet. Hendes særlige forskningsfelt er havet og dets indflydelse på klimaet. I forskningen, der udgør afsættet for dette katalog, forsøger hun blandt andet at give svar på spørgsmål som disse:

- Hvilken betydning har det for drivhuseffekten, når fyto- eller planteplankton binder CO_2 fra atmosfæren og transporterer det ned på havbunden – en funktion beskrevet som den biologiske pumpe?
- Hvad kan man ud fra analyser af biodiversitet på havbunden sige om, hvordan den biologiske pumpe har virket historisk, herunder hvilken indflydelse den har og vil have på drivhuseffekten?



Se en kort film, hvor Katherine Richardson præsenterer sin forskning, og læs mere i temamagasinet *Hav og klima i den antropocæne tidsalder*. Se emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien.



Faktaboks

Undervisning ud fra kataloget knytter an til **Fælles Mål**:

- Færdigheds- og vidensområderne: Undersøgelser i naturfag, Teknologi og ressourcer, Natur og miljø, Stof og energi, Perspektivering i naturfag efter 6. klasse.



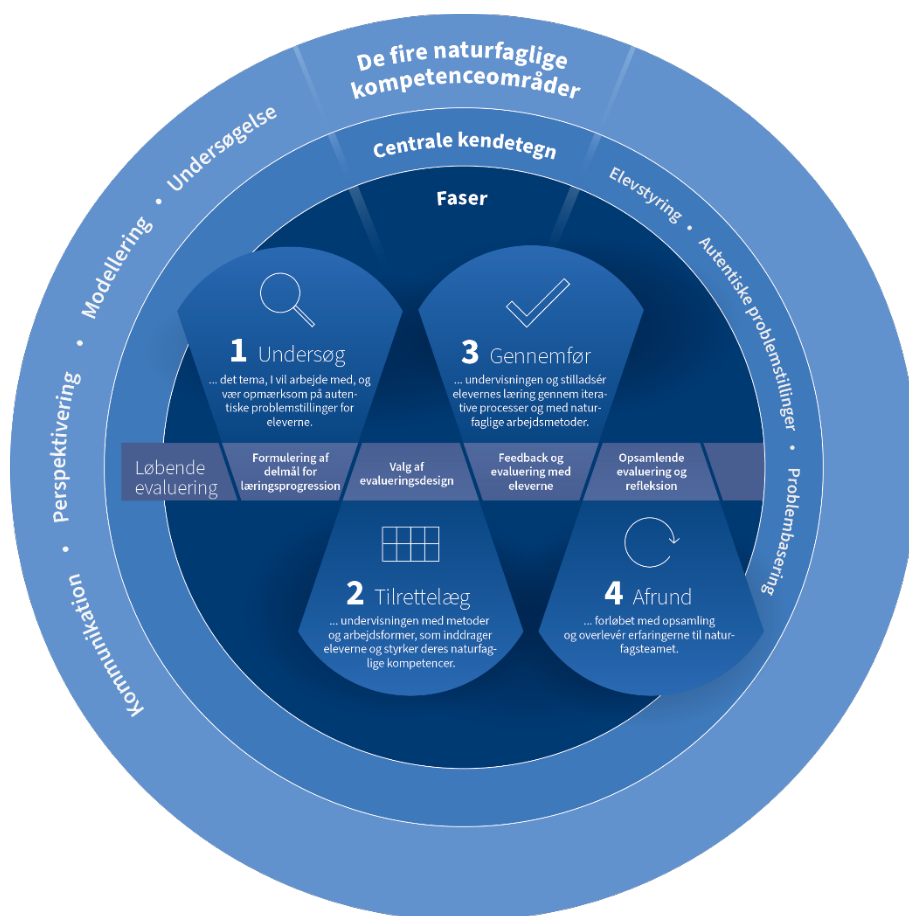
Læs mere på emu.dk/grundskole/naturteknologi/faghaefte-faelles-maal-laese-plan-og-vejledning

Baggrund: Kompetenceorienteret naturfagsundervisning

Kataloget er udarbejdet som led i udviklingen af inspirationsmaterialer om 10 naturvidenskabelige temaer. Dette katalog præsenterer inspiration til 5.-6. klasse om temaet *Hav og klima i den antropocæne tidsalder*.

Inspirationsmaterialerne om de 10 temaer er tilrettelagt med henblik på kompetenceorienteret naturfagsundervisning. De afgørende elementer i denne type undervisning er skitseret i den fagdidaktiske ramme herunder i form af naturfaglige kompetenceområder og centrale kendetegn.

Derudover rummer figuren en proces i fire trin for kompetenceorienteret naturfagsundervisning. Naturfagslærere kan anvende inspirationen i dette katalog gennem netop disse fire trin eller faser.



Mere viden

Den fagdidaktiske ramme er uddybet i *Vidensnotat om kompetenceorienteret naturfagsundervisning*. En proces for at arbejde didaktisk gennem rammens trin er beskrevet i *Udviklingsredskab til kompetenceorienteret naturfagsundervisning til naturfagsteams*.



Begge dele kan sammen med alle seks inspirationskataloger samt temaets film og temamagasin hentes på emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien.

Inspiration til undervisningen

Gennem undersøgelser af drivhuseffekt og varmestråling fra Solen kan elever i 5.-6. klasse tage et skridt om bag mediernes omtale af klimaforandringer og danne egne erfaringer med afsæt i Katherine Richardsons forskning i hav, klima og drivhuseffekt. Dette kapitel giver inspiration til, hvordan det kan gøres.

Klimaforandringer er blandt de største udfordringer, som eleverne i dag og som voksne kommer til at stå overfor. For at løse udfordringen er det nødvendigt at have viden om det komplekse system, som bestemmer klimaet på Jorden. Dette katalog har drivhuseffekten som problemfelt med særligt fokus på havets evne til at optage og lagre CO_2.

Faktaboks

Alle **de naturfaglige kompetenceområder** kan komme i spil i undervisningen om problemfeltet – i dette katalog med særligt fokus på:

- *Undersøgelseskompetencen:* Eleverne styrker kompetencen gennem den empiriske tilgang, hvor de undersøger albedo- og drivhuseffekt.
- *Perspektiveringskompetencen:* Eleverne styrker kompetencen, når de arbejder med handlingsperspektiver i forhold til drivhuseffekten og menneskers forvaltning af naturen.



Læs mere på emu.dk/grundskole/naturteknologi/faghaefte-faelles-maal-laeseplan-og-vejledning

Faglige temaer

Som forberedelse til undervisningen kan læreren undersøge, hvilke faglige temaer problemfeltet byder på. Det kan for eksempel være temaer som disse:

1. Kulstofkredsløbet
C'et i CO_2 er kulstof, og det findes ikke kun i atmosfæren. Kulstof indgår for eksempel også i organisk materiale og i undergrunden i form af kalksten og kul. Kulstoffet bevæger sig rundt i et kredsløb fra eksempelvis træ til luft, men forsvinder ikke. Drivhuseffekten er et udtryk for koncentrationen af kulstof i atmosfæren, der som følge af blandt andet afbrænding af fossile brændsler kan blive meget stor. Alger kan modvirke koncentrationen i atmosfæren ved at binde kulstof gennem fotosyntese og lagre det i havbunden.

2. Atmosfære og drivhusgasser
Jorden er omgivet af et luftlag, der kaldes atmosfæren, og som består forskellige grundstoffer i gasform. De gasser, som bidrager til drivhuseffekten, kaldes

drivhusgasser – det er eksempelvis kuldioxid (CO_2), metan (CH_4), lattergas (N_2O) og freongasser (CFC-12 og CFC-11). Drivhusgasserne findes naturligt i atmosfæren, men når koncentrationen af dem vokser, forstærker de drivhuseffekten, og Jordens temperatur stiger. Det påvirker klimaet på Jorden.

3. Albedo og ændringer i Jordens overflade
Når sollys ikke reflekteres på Jordens overflade og sendes retur til rummet, omdannes det til varme i den nedre atmosfære og på jordoverfladen. Det kaldes 'absorption', mens Jordens evne til at reflektere sollyset benævnes albedo. Ændringer på Jordens overflade såsom afsmeltning af is og afskovning har indflydelse på forholdet mellem refleksion (albedo) og absorption – for eksempel bliver Jordens overflade mørkere, når isen smelter, og den mørke farve svækker albedo. Det bidrager til opvarmning, som fører til, at endnu mere is afsmelter. Det vil sige, at processen er selvforstærkende.


Faktaboks

Når alger synker til havenes bund, tager de CO_2 med sig. Dermed slipper CO_2 ikke ud i atmosfæren. Denne mekanisme kaldes **den biologiske pumpe**. Katherine Richardson er overbevist om, at den biologiske pumpe har stor betydning for mængden af CO_2 i atmosfæren og derfor også for, hvor stærk drivhuseffekten er. Den præcise betydning af den biologiske pumpe er dog ikke beskrevet, ligesom det endnu heller ikke står klart, hvordan forandringer i temperatur og sol påvirker pumpen.

Ud fra de tre forslag til faglige temaer kan læreren tilrettelægge en undervisning, der kobler til Katherine Richardsons forskning i algernes rolle i kulstofkredsløbet som modvægt til drivhuseffekten. Læreren kan samtidig gøre undervisningen autentisk ved at sætte elevernes egne forestillinger og viden om klimaforandringerne i centrum af deres undersøgelser.

Rammer

I tilrettelæggelsen af et forløb kan læreren tage højde for, hvilke muligheder problemfeltet og de faglige temaer giver for at rammesætte undervisningen:

1. Sammenhæng til andre fag
Klassen kan blandt andet samarbejde tværfagligt med matematik, når eleverne registrerer temperatur – for eksempel med beregninger af gennemsnit og hyppighed med udgangspunkt i alle klassens sæt af målinger.

2. Arbejdsformer og metoder
Læreren kan lade sig inspirere af *Flipped Learning*, som er særligt velegnet til at aktivere elevernes forforståelse, for eksempel ved brug af små film i forbindelse med forløbets igangsættelse. Her er grundprincippet, at lektierne laves i klassen, mens det traditionelle tavleoplæg gives som en video, eleverne kan se hjemmefra, eller når behovet opstår. Tilgangen frigiver tid for læreren til at understøtte eleverne i deres undersøgelsesaktiviteter.

I undersøgelsesaktiviteterne kan eleverne anvende spørgsmål og hypoteser som metode. Metoden afspejler forskernes arbejdsform, som Katherine Richardson for eksempel anvender, når hun opstiller hypoteser om algernes indvirkning på drivhuseffekten og undersøger dem gennem arbejdsspørgsmål.

3. Eksterne læringsmiljøer
I en undersøgelse af drivhuseffekten er det oplagt, at klassen går ud og betragter atmosfæren under himmelhvælvet. Undersøgelsesforslagene herunder giver forslag til, hvordan det kan gøres.



Gode idéer

Gør undervisningen konkret og problembaseret
Kulstofkredsløb, drivhuseffekt og klimaforandringer. For nogle elever på mellemtrinnet kan det forekomme abstrakt og fjernt. Læreren kan derfor tilrettelægge undervisningen problembaseret – det vil sige med udgangspunkt i autentiske, virkelighedsnære og komplekse problemstillinger. Undervisningen kan for eksempel lægge fra land med en samtale om elevernes egne oplevelser af effekterne af CO_2-udledning. Et autentisk afsæt vil typisk øge elevernes motivation, og læringsudbyttet vil være større. Et næste skridt på vejen mod problembasering kan være at understøtte, at eleverne arbejder med kreative og åbne problemstillinger uden et endeligt facit.

Evaluering

Læreren kan planlægge evaluering af undervisningsforløbet fra starten og gennemføre den løbende. På den måde kan evalueringen give input til undervisningen undervejs.

Fra starten kan læreren overveje, hvad der kan holdes øje med for at vurdere, om eleverne anvender perspektiverings- og undersøgelseskompetencerne. Elever med undersøgelseskompetence vil måske kunne gennemføre enkle, systematiske undersøgelse og have viden om variable, mens elever med perspektiveringskompetence for eksempel vil kunne diskutere forskellige syn på fordele og ulemper ved afbrænding af fossile brændsler.

Undervejs gennem forløbet kan læreren observere og lytte til elevernes sprogbrug, samtaler og forklaringsmetoder for at få indblik i deres udvikling af de naturfaglige kompetencer. Ud over den løbende og afsluttende evaluering kan læreren samle op på forløbet i naturfagsteamet eller med kolleger i en anden organisering, hvis skolen ikke har et naturfagsteam. Den faglige refleksion kan både nuancere indsigterne og gennem videndeling bidrage til at styrke den naturfaglige undervisning på skolen.



Gode idéer

Brug feedback som evalueringsværktøj
Læreren kan inddrage eleverne i at planlægge evaluering via feedback. Som led i planlægningen kan læreren og eleverne beskrive, inden undersøgelserne går i gang, hvad eleverne kan, hvad de forventes at kunne, samt hvilke skridt der er på vejen. Undervejs gennem undersøgelserne og afslutningsvist kan læreren på den baggrund give eleverne feedback. Det er vigtigt, at det er tydeligt for eleverne, hvad læreren holder øje med, og at det er udfordrende og realistisk for dem at lykkes.

Hent eventuelt yderligere inspiration til evalueringsmetoder på emu.dk:

emu.dk/grundskole/paedagogik-og-didaktik/evaluering-og-feedback

Forslag til undervisningen og til et forløb

Som indledning på undervisningen kan læreren vække elevernes nysgerrighed og forforståelser med konkrete eksempler, der kan aktivere deres egen viden, og som samtidig inddrager Katherine Richardsons forskning.

Læreren kan for eksempel spørge, hvad eleverne ved om drivhuseffekten – og eventuelt lade den indledende klassesamtale tage afsæt i disse to små film fra Energimuseet:



- Film om, hvordan CO_2, kul og ilt indgår i et kredsløb: youtube.com/watch?v=KPgDjoUeiK4
- Film, som illustrerer drivhuseffekten: youtube.com/watch?v=NPXVKb-k2nU&t=5s.

Eleverne kan efterfølgende se filmene, når de har brug for det som led i deres undersøgelser.



Refleksionsspørgsmål

Læreren kan aktivere elevernes refleksion og forundring gennem klasserumssamtaler ud fra spørgsmål som disse:

- Hvad kommer I til at tænke på, når I hører ordet 'drivhuseffekt'?
- Hvad ved I om, hvordan drivhuse virker – er det det samme i atmosfæren?
- Hvor kan I støde på kulstof i hverdagen?

Undervisningen kan også lægge fra land med casen herunder. Den beskriver Katherine Richardson på videnskabelig opdagelsesrejse for at undersøge algernes optag af CO_2. Casen kan vise eleverne, at forskning kan foregå under åben himmel, og at Katherine Richardson er begyndt med en hypotese, ligesom de selv skal i deres undersøgelse.

Case 

Galathea 3 undersøger hav og klima

Tre gange er et ekspeditionsskib ved navn Galathea sejlet ud fra Danmark på videnskabelig opdagelsesrejse. Første gang i 1845, anden gang i 1950 og tredje gang (Galathea 3) i 2006-2007. På alle tre ekspeditioner var skibet ladet med videnskabsfolk, der indsamlede data fra blandt andet verdenshavene.

Katherine Richardson deltog på den seneste ekspedition på strækningen fra Sydafrika til Salomonøerne. Undervejs gennemførte hun undersøgelser ud fra hypotesen om, at havets alger påvirker kulstofkredsløbet ved at optage CO_2 fra atmosfæren og på den måde modvirke drivhuseffekten.

Undersøgelserne gav det ønskede resultat – algernes rolle blev bekræftet. Se en film fra Galathea 3 om algerne og deres indvirkning på kulstofkredseløbet: virtuelgalathea3.dk/om/videoer



Inspiration til et forløb

Et undervisningsforløb om *Temperatur, CO_2 og drivhuseffekt på den blå planet* kan gennemføres på denne måde:

Opstartsfasen (1-2 lektioner)
Introduktion til forløbets indhold, mål, opgave og arbejdsformer. På baggrund af en fælles samtale om elevernes forforståelse af drivhuseffekten kan læreren introducere Katherine Richardsons forskning, vise billeder og fortælle ud fra casen for at gøre eleverne nysgerrige som afsæt for deres undersøgelser.

Undersøgelsesforslag 1: Undersøg drivhuseffekten (2-4 lektioner)
Eleverne opstiller hypoteser og undersøger drivhuseffekten.

Undersøgelsesforslag 2: Undersøg albedo-effekten (2-4 lektioner)
Eleverne opstiller hypoteser og gennemfører forsøg med albedo-effekten.

Begge undersøgelser kan skaleres op eller ned i forløbet.

Undersøgelsesforslag 1: Undersøg drivhuseffekten

Eleverne undersøger, hvilke faktorer der gør sig gældende i drivhuseffekten, og hvilke konsekvenser det har for Jordens klima.

Formål
Eleverne indser, hvordan drivhuseffekten fungerer og får et vidensgrundlag at drøfte klimaforandringer ud fra.

Fremgangsmåde
Læreren kan indledningsvist introducere til undersøgelsen ved at forklare med ord og billeder, at der opstår en drivhuseffekt alle steder, hvor solens stråler går gennem glas, inden energien i solstrålerne omsættes til varme.

Dernæst kan eleverne forberede sig i klassen inden selve undersøgelsen. Forberedelsen består af disse aktiviteter:

- Eleverne klipper to stykker sort karton ud. De skal være lidt større end termometrene, der anvendes i undersøgelsen.
- Det ene stykke karton skal lægges ind i et syltetøjsglas. Oven på kartonet og inde i glasset lægges et termometer. Herefter skal der låg på glasset.

Eleverne kan herefter tage syltetøjsglasset, det andet stykke karton, et termometer mere samt et ur og noget af skrive på og gå udenfor i makkerpar for at gennemføre undersøgelsen. Undersøgelsen består af disse aktiviteter:

- Eleverne lægger syltetøjsglasset på jorden, så det ikke ruller.
- Det andet stykke karton lægges på jorden ved siden af med et termometer oven på.

På forhånd kan eleverne have formuleret en hypotese om, hvilken forskel i temperaturudvikling de forventer at se mellem termometrene med og uden syltetøjsglas. Gennem de næste 30 min. aflæser eleverne temperaturen på termometrene med fem minutters mellemrum og skriver målingerne ned. De kan også tage et billede af opstillingen.

Tilbage i klassen kan eleverne i deres makkerpar beskrive, hvad forsøget har vist. Læreren kan stilladsere samtalen med disse spørgsmål:

- Hvordan udviklede temperaturen sig på de to termometre? Var det ens eller forskelligt? Hvorfor?

- Hvordan stemte resultater overens med jeres hypotese?
- Hvad viser forsøget om drivhuseffekten?
- Kan du bruge andet end et syltetøjsglas som ”drivhus”? Hvad og hvordan?



Tjekliste

Materialer til undersøgelsesforslag nr. 1

- Et syltetøjsglas med låg
- Mørkt karton og en saks
- To termometre.

Undersøgelsesforslag 2: Undersøg albedo-effekten

Eleverne undersøger, hvordan solens stråler bliver reflekteret tilbage til rummet fra Jorden, og hvilke faktorer der er afgørende for albedo-effekten.

Formål

Eleverne opnår indsigt i, hvordan albedo virker, og de får et vidensgrundlag at drøfte håndtering af klimaforandringer ud fra.

Fremgangsmåde

Læreren kan indledningsvist introducere undersøgelsen ved at forklare med ord og billeder, at solstråler, der kommer igennem atmosfæren, reflekteres af skyer, støvpartikler og især af Jordens overflade. Hvor meget der reflekteres, afhænger af overfladen.

Herefter kan eleverne gennemføre en undersøgelse af temperaturudviklingen i to forskellige overflader. Undersøgelsen har disse trin:

- Eleverne fylder to spande – den ene med hvidt sand og den anden med mørk jord. Herefter kan de to spande sættes ud i solen.
- På forhånd kan eleverne have formuleret en hypotese om, hvilken forskel i temperaturudvikling de forventer at se.
- Eleverne undersøger temperaturudviklingen over nogle timer, gerne en hel dag. De kan for eksempel måle temperaturen ved start, i hvert frikvarter, og når skoledagen slutter.

Efter undersøgelsen kan eleverne og læreren i en klasserumssamtale sammenligne hypoteser og resultater og drøfte, hvad forsøget med albedo har at gøre med klimaforandringer, og hvordan man kan påvirke albedo for at mindske drivhuseffekten.



Faktaboks

Nogle forskere har foreslået **at øge albedo-effekten** ved at male veje og tage på huse hvide eller plante de sorte marker til med grønne planter. Hent eventuelt viden her: climate.org/albedo-enhancement-localized-climate-change-adaptation-with-substantial-co-benefits/





Tjekliste

Materialer til undersøgelsesforslag nr. 2

- Beholdere som spande eller bøtter
- Hvidt sand og mørk jord
- En lille skovl
- Termometer.

Progression

Dette er et ud af seks kataloger, som konkretiserer temaet om hav og klima i den antropocæne tidsalder hen over indskoling, mellemtrin og udskoling. Kataloget er målrettet undervisning i 5.-6. klasse.

Den tematiske sammenhæng i de seks kataloger understøtter, at læreren kan arbejde med progression gennem skoleforløbet. Afsættet for progression kan for eksempel være, at katalogerne udvikler sig fra det nære og lokale i indskolingen til samfundsmæssige og globale perspektiver i udskolingen. Og fra konkrete fænomener mod et stadig højere abstraktionsniveau.

I dette tema ses udviklingen for eksempel ved, at elevernes egne erfaringer med hav, vejr og klima er afsættet i indskolingen, mens der i udskolingen er fokus på problemstillinger vedrørende naturlige og menneskeskabte klimaforandringer og fremtidsscenarier. Som led i progressionen rummer katalogerne stigende problembasering i undersøgelsesforslagene gennem skoleforløbet.

Sammenhængen kan i princippet gøre det muligt at anvende katalogerne som inspiration til undervisning i den samme klasse fra skolestart til afsluttende eksamen. Og den kan gøre det muligt at etablere et fælles fagligt afsæt i naturfagsteamet, uafhængigt af hvilket klassetrin den enkelte lærer i teamet underviser på. Hvert katalog kan dog også anvendes som inspiration til selvstændige forløb.

Sammenhængen mellem katalogerne fremgår af denne illustration:

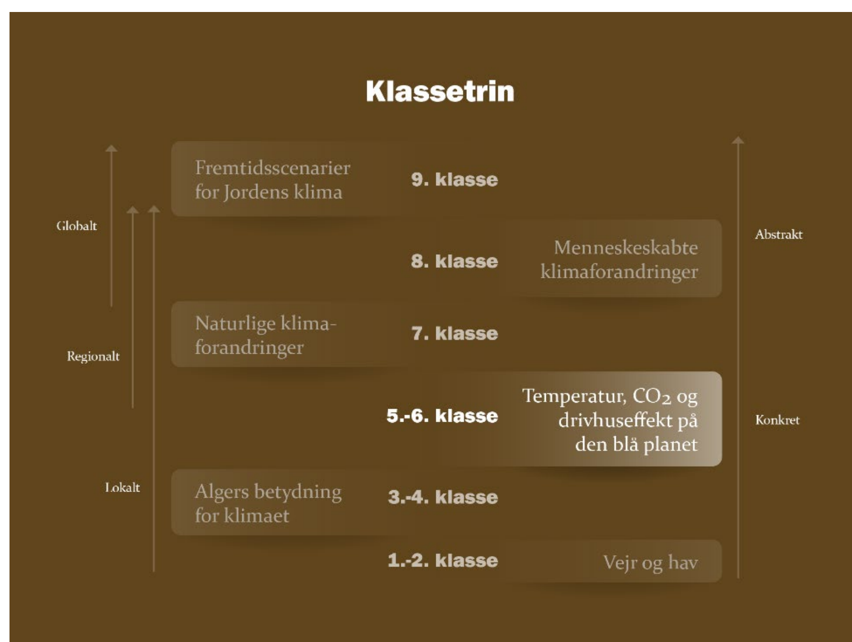


Illustration: Temaets progression gennem seks inspirationskataloger på langs af skoleforløbet.

Du står med en del af en samlet videnspakke

Alle materialer kan findes på emu.dk/grundskole/naturvidenskabsstrategien



Vidensnotat
12 sider.

Planlægningsredskab
Otte sider til naturfagslærere og vejledere i grundskolen.

Fællesfagligt forløb
16 sider.

Udviklingsredskab
Fire sider til skoleledelserne.

PowerPoint-præsentation
Præsentation af de vigtigste pointer fra vidensnotatet.

Video
Speed drawing.



Bokssæt med 10 temamagasiner



10 film i lang og kort version
Forskerne fra de 10 temamagasiner præsenterer deres naturvidenskabelig forskning.

Podcasts



60 inspirationskataloger
(10 temaer til seks klassetrin)